

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-249803

(43)Date of publication of application : 05.09.2003

(51)Int.Cl.

H01P 7/10

(21)Application number : 2002-045604

(71)Applicant : YAMAGUCHI TECHNOLOGY LICENSING
ORGANIZATION LTD.

(22)Date of filing : 22.02.2002

(72)Inventor : AWAI IKUO

(54) DIELECTRIC RESONATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dielectric resonator having a new structure to be expected an improvement of the Q characteristics and the temperature characteristics, and capable of controlling spurious characteristics.

SOLUTION: The dielectric resonator using a dielectric as medium newly introduces an inner structure divided by prescribed distance in addition to a predetermined external structure being held as a whole. The prescribed distance is desirably one which is capable of strongly and mutually coupling between neighboring parts, constituting the internal structure by evanescent electromagnetic field, and the division is desirably one of planar division, annular division, or radial division.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-249803

(P2003-249803A)

(43) 公開日 平成15年9月5日 (2003.9.5)

(51) Int. Cl.

H 0 1 P 7/10

識別記号

F I

H 0 1 P 7/10

キーワード(参考)

5 J 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-45604(P2002-45604)

(22) 出願日 平成14年2月22日 (2002.2.22)

(71) 出願人 800000013

有限会社山口ディー・エル・オー

山口県宇部市常盤台1丁目10番8号 常盤
工業会館内

(72) 発明者 栗井 郁雄

山口県宇部市常盤台2丁目16番1号 山口
大学工学部

(74) 代理人 100080539

弁理士 高木 義輝

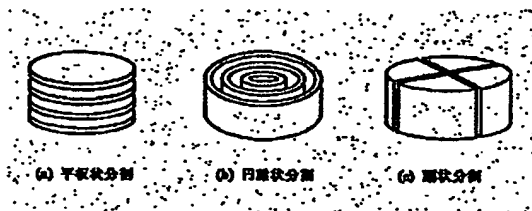
Fターム(参考) 5J006 H003 H012 H013

(54) 【発明の名称】 誘電体共振器

(57) 【要約】

【課題】 スプリアス特性の制御が可能であり、Q特性や温度特性の改善が期待できる新規な構造を有する誘電体共振器を提供することを目的とする。

【解決手段】 媒質として誘電体を用いた誘電体共振器において、全体として所定の外部構造を概ね保持しつつ、所定の間隙を設けて分割された内部構造を新たに導入する。所定の間隙は、内部構造を構成し隣接する部品が、相互にエバネセント電磁界によって強く結合する程度の間隙とし、分割は、板状分割、環状分割又は放射状分割の何れかとするのが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 媒質として誘電体を用いた誘電体共振器であって、該誘電体は、全体として所定の外部構造を概ね保持し、所定の間隙を設けて分割された内部構造を有することを特徴とする誘電体共振器。

【請求項2】 前記所定の間隙は、前記内部構造を構成し隣接する部品が、相互にエバネセント電磁界によって強く結合する程度の間隙であることを特徴とする請求項1記載の誘電体共振器。

【請求項3】 前記所定の間隙は、前記誘電体共振器の外形最大寸法の概ね10分の1以下であることを特徴とする請求項1又は請求項2記載の誘電体共振器。

【請求項4】 前記分割は、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を概ね乱さないような分割であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の誘電体共振器。

【請求項5】 前記分割は、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を乱す分割であることを特徴とする請求項1乃至請求項3の何れかに記載の誘電体共振器。

【請求項6】 前記分割は、板状分割、環状分割又は放射状分割の何れかであることを特徴とする請求項1乃至請求項5の何れかに記載の誘電体共振器。

【請求項7】 前記分割された内部構造は、比誘電率の異なる複数の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに配置した内部構造であることを特徴とする請求項1乃至請求項6の何れかに記載の誘電体共振器。

【請求項8】 前記分割された内部構造は、比誘電率の異なる2種類の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに交互に配置した内部構造であることを特徴とする請求項1乃至請求項7の何れかに記載の誘電体共振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気・電子回路に広く使われている共振器に係わり、特に内部構造を有する新規な誘電体共振器に関する。

【0002】

【従来の技術】共振器は、電気・電子回路に広く使われ、それらの回路が所定の機能を発揮するのを助ける電気・電子部品であり、一般的に共振器に要求される特性は、用途によって異なるが、共振モードが過度に密集せず希望するモードを選択的に励振できる（スプリアス特性が良い）、温度安定性が高い、低損失（高Q値）、非線形特性・歪特性が良好、形状・重量が小さい、安価、などである。特に、高周波回路に多く用いられる誘電体を媒質とした誘電体共振器に求められる特性は、スプリアス特性、温度安定性、低損失が共通的なものであり、用途によっては、小型化を図るために高誘電率性が要求され、大電力を扱うために低歪特性が要求されることもある。これらの要求を満たす優れた特性の誘電体共振器が種々開発されてきたが、当然の事として、どの特性を

取ってみても、回路技術者からの要求は止まる所がないため、完全と言うには程遠い状態にある。

【0003】かかる状況に鑑み、本発明者は先に、温度特性やモード配置の制御などを自由に行うことができ、共振器特性の大幅な向上が期待できる共振器を提供することを目的として、対象とする電磁波の波長の概ね1/10以下の大きさの誘電体粒子等を単位粒子とし、この単位粒子を他の母体媒質の中に均質に又は非均質に並べた人工媒質を用いた共振器を提案した（特願2001-178009号）。この発明は、対象とする電磁波の波長より十分小さい単位粒子を十分接近させて大量に配置することにより、マクロな構成関係式が適用できる人工媒質を用いた共振器を提供するものであり、多種多様な選択、組み合わせが可能という特徴を生かし、温度特性やモード配置の制御などを自由に行うことができる技術であるが、マクロな構成関係式が適用できる媒質を分割して構成した内部構造を有する共振器を提供するものではない。

【0004】内部構造を有する共振器に関連した従来技術として、ストリップ共振器のストリップ導体上の電流分布が端部で非常に大きくなり、この電流集中が導体損失を増加させ導体Q（Qc）を低下させることが知られており、ストリップ導体を分割する提案がなされ（R.R. Mansour, et al: Feasibility and commercial validity issues for high-power output multiplexers for space applications, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol. 48, pp.1199-1208, July 2000）、ストリップ導体の分割により、電流分布の偏りが緩和されることが予想されていた（R.E. Collin: Foundation for microwave engineering, Mc.Graw Hill, p.165, 1992）。

【0005】また、特開2001-330572号公報には、非磁性体ブロック内に準設された球状の空洞部と、空洞部からのマイクロ波入出力穴とを備えた電子スピン共鳴装置用空洞共振器において、空洞部の内壁を流れるマイクロ波電流に平行な面で、非磁性体ブロックを分割及び／又は接合する技術が開示されている。この従来技術は、理論計算で極めて大きいQ値が見込まれる空洞共振器を、空洞部の内壁表面の高度な滑らかさを達成しマイクロ波の表面電流の円滑な流れを確保することによりQ値の低下を防止しつつ、容易に製造できる技術を提供しようとするものである。また、特開2001-251110号公報には、電極の開口部における電磁界の閉じ込め性を高め、且つ電流集中を抑えて導体損を低減することを目的に、誘電体基板上に電極を設け電極にスロット状の開口部を設けた共振器において、スロット状開口部に、スロット状開口部の少なくとも一部のスロット幅を分割するパターンを形成した共振器が開示されている。この従来技術は、スロット幅を細くすることにより電磁界の閉じ込め性を向上させ、電極パターンに区切られた複数のスロット共振器を並列に並べた構造を形成し互いに逆方向の電流を近接させることにより、電極パターン部での導体損は殆

どなくし、両側の縁端部の導体損だけが残るようにしたものである。

【0006】これらの従来技術は何れも、マクロな構成関係式が適用できる媒質を所定の間隙を設けて分割して構成した内部構造を有する共振器を提供するものではない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した状況に鑑みなされたもので、スプリアス特性の制御が可能であり、Q特性や温度特性の改善が期待できる新規な構造を有する誘電体共振器を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、請求項1の発明は、媒質として誘電体を用いた誘電体共振器であって、該誘電体は、全体として所定の外部構造を概ね保持し、所定の間隙を設けて分割された内部構造を有する誘電体共振器としたものである。

【0009】請求項2の発明は、前記内部構造を構成する所定の間隔の好ましい形態に係わる発明であり、前記所定の間隙を、前記内部構造を構成し隣接する部品が、相互にエバネセント電磁界によって強く結合する程度の間隙とした誘電体共振器であり、請求項3の発明は、更に、前記所定の間隙を、前記誘電体共振器の外形最大寸法の概ね10分の1以下とした誘電体共振器である。

【0010】請求項4の発明は、前記内部構造を構成する分割の形態に係わる発明であり、前記分割を、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を概ね乱さないような分割とした誘電体共振器であり、請求項5の発明は、逆に、前記分割を、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を乱す分割とした誘電体共振器であり、請求項6の発明は、前記分割を、板状分割、環状分割又は放射状分割の何れかとした誘電体共振器である。

【0011】請求項7の発明は、前記内部構造を構成する部品の部材の形態に係わる発明であり、前記分割された内部構造を、比誘電率の異なる複数の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに配置した内部構造とした誘電体共振器であり、請求項8の発明は、更に、前記分割された内部構造を、比誘電率の異なる2種類の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに交互に配置した内部構造とした誘電体共振器である。

【0012】

【発明の実施の形態】一般的に、共振器は、使用する材料（要素）とその構造によって特性がきまり、これは共振器に限らず、全ての回路素子に共通する事実である。ここで言う構造とは、要素間の相互作用、関係を決める概念であり、共振器においては、その構造を決めれば電磁気学的な境界条件が定まる。例えば、共振器の最も重要な属性である共振周波数は、境界条件によって決まる特定の共振モード（電磁界分布）に対応している。この構造は、通常、所謂、「外形」であり、本発明ではこれ

を外部構造という。即ち、本発明で言う外部構造とは、目的とする所定の共振器特性を得るための全体的な外形を意味する。

【0013】これに対し、本発明の最大の特徴は、媒質として誘電体を用いた誘電体共振器において、全体として所定の外部構造を概ね保持しつつ、所定の間隙を設けて分割された内部構造を新たに導入したところにある。即ち、本発明の最大の特徴は、誘電体共振器の「外形」という外部構造と、それを分割した内部構造とを有する構造の多重性、より正確には構造の多階層性である。なお、内部構造は、これを更に多階層化し、フラクタルのように何段にもなった構造を有する誘電体共振器として、本発明を実施することも可能である。

【0014】内部構造を設けることにより、誘電体共振器の目的とする所定の特性を確保しつつ他の特性を改善することや、目的とする所定の特性を改善することが可能となる。例えば、所定の周波数で共振している誘電体共振器をそのモードの電磁界分布（更には電界分布）を乱さないように分割した場合、モードの違いは電磁界分布の違いとほぼ同義語であり、その分割は、他のモードの電磁界分布を必ず乱すことを意味する。即ち、このような分割により、理想的には、ある特定のモードにしか共振しない極めて優れたスプリアス特性を持つ誘電体共振器が作製可能となる。逆に、特定のモードの電磁界分布を積極的に乱す分割を行うことにより、得られる他の特性を利用することもできる。なお、本発明でいう電磁界分布を乱さない分割とは、内部構造を有さない外部構造でまざる電磁界分布の内、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を出来るだけ乱さないようにして行う分割であり、例えば、特定のモードの電気力線に概ね並行な面に沿って行う分割がその一例である。また、本発明でいう電磁界分布を乱す分割とは、内部構造を有さない外部構造でまざる電磁界分布の内、特定のモードの電界分布及び／又は磁界分布を出来るだけ乱すようにして行う分割であり、例えば、特定のモードの電気力線に概ね垂直な面に沿って行う分割がその一例である。

【0015】また、かかる分割により、前述の従来技術にも示されているように、導体上の電流分布の端部への集中を緩和し導体損失を低減させることが可能となり、Q特性を改善することができる。更にまた、種々の内部構造が可能であり、温度特性などの改善も期待できる。

【0016】内部構造を構成する所定の間隔は、全体として所定の外部構造を概ね保持し、全体として一つの誘電体共振器を構成するという本発明の趣旨により、内部構造を構成し隣接する部品が、相互にエバネセント電磁界によって強く結合する程度の間隙とするのが好ましく、更には、誘電体共振器の外形最大寸法の概ね10分の1以下の間隙とするのが好ましい。

【0017】本発明の内部構造を構成する分割の形態としては、特に本発明を限定するものではないが、板状分

割、環状分割又は放射状分割の何れかとするのが好ましい。板状かつ環状又は放射状とし、これを積層した内部構造なども可能であるが、製造コストが増大する難点がある。

【0018】次に、内部構造を構成する部品の部材の形態について説明する。本発明の誘電体共振器は、分割された内部構造を、全て同じ部材の部品で構成することもできるが、例えば、比誘電率の異なる複数の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに配置した内部構造として実施することもでき、更には、比誘電率の異なる2種類の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに交互に配置した内部構造として実施することもできる。かかる比誘電率の異なる2種類の部品を所定の間隙を設けて又は設けずに交互に配置した内部構造とすることにより、機械的安定を図ることができると共に、誘電率が小さくQ値の高い部材部品へのエネルギー集中を利用した低損失化に加えて、誘電率温度特性の差を利用した全体的な温度特性の向上をも同時に実現することができる。

【0019】なお、本発明は、上記の説明でも明らかなように、その使用する具体的な部材、或いは具体的な誘電体共振器の作製方法に関し、何らの限定、或いは制限を要するものではなく、公知技術の部材、或いは誘電体共振器の作製方法などが適用でき、更には、新たに開発される部材、或いは誘電体共振器の作製方法なども適用可能である。

【0020】以上のようにして、本発明の誘電体共振器は、全体として所定の外部構造を概ね保持しつつ、所定の間隙を設けて分割された内部構造を設けた誘電体共振器であり、本発明は、内部構造を設けることにより、目的とする所定の特性を確保しつつ他の特性を改善することや、目的とする所定の特性を改善することが可能となるため、スプリアス特性の制御が可能であり、Q特性や温度特性の改善が期待できる新規な構造を有する誘電体共振器を提供することができる。かかる誘電体共振器は、衛星通信、移動体通信などの分野で激増しつつある電波サービスに対する社会的な要求に有効に対応できる電気・電子部品を提供可能とするものでありその社会的意義は大きい。

【0021】

【実施例】本発明の実施例を、以下、図により詳細に説明する。なお、誘電体共振器は、当然ながら、入出力端子、電極等を含み構成されるが、以下の実施例では、本発明の最大の特徴である内部構造を有する誘電体を中心に説明し、付属する入出力端子、電極等は図示或いは説明を省略する。

【0022】高誘電率セラミックスを用いた誘電体共振器は、低損失小形マイクロ波BPFの構成要素として重要な役割を果たしている汎用的な共振器であり、本実施例では、誘電体の外部構造が円柱状の誘電体共振器を例として説明する。図1は、この誘電体共振器の電磁界分布

を示す概念図であって、(a)は最低次モード($TE_{01}\delta$)の電磁界分布であり、(b)~(d)はそれに続く高次モードの電磁界分布である。

【0023】図1に示したような電磁界分布を有する円柱状誘電体共振器の誘電体に、本発明の内部構造を形成するための分割方法は、その目的によって異なるが、本実施例では、特定のモードの電界分布及び/又は磁界分布を概ね乱さないような分割について説明する。即ち、例えば、この特定のモードを図1(a)の最低次モードとした場合、最低次モードの電気力線又は磁力線の向きにのみ夫々等価的な誘電率又は透磁率を高く保つ分割を行うことにより、 $TE_{01}\delta$ モードのみを選択的に生き残らせることができ、他の不要モードを抑圧することができる。但し、誘電体には磁気的な効果は存在せず、透磁率の制御はできないため、具体的には、等価的な誘電率の制御を考えた分割を行うことになる。なお、誘電体のシートを重ねた構造において厚み方向に等価誘電率が低くなるのは、コンデンサを直列接続すると全体的な容量が下がるのと類似である。逆に厚みに平行な方向には誘電率が高く保たれるのはコンデンサの並列接続に該当する。

【0024】かかる図1(a)の電気力線に平行な誘電体分割の好ましい分割法としては、例えば、図2の(a)平板状分割と(b)円環状分割とがある。なお、図2には、もう一つの代表的な分割法である、(c)扇状分割(放射状分割)を合わせて示している。

【0025】次に、平板状分割と円環状分割に関し、市販の高周波電磁界解析ソフトHFSS(アンソフト社製)を用いて計算した結果について説明する。なお、計算で想定した誘電体は、外部構造が直径6.0mm、高さ1.8mmの円柱状であり、比誘電率38の高誘電率セラミックスである。また、分割に関しては、平板状分割は、板の厚みと間隙(0.4mm)を夫々同じにした等分割であり、円環状分割は、円環の厚みと間隙(0.4mm)を夫々同じにした分割である。

【0026】図3は、平板状分割と円環状分割に関し、分割数と共振周波数との関係の一例を示した図であり、 $TE_{01}\delta$ モードの周波数は殆ど変わらず、他の高次モードは分割と共に高周波側にシフトする様子を示している。即ち、図3は、本実施例によれば、高次モードを抑制し、最低次モード $TE_{01}\delta$ にしか共振しない極めて優れたスプリアス特性を持つ誘電体共振器が作製可能となることを示すものである。

【0027】図4は、平板状2分割の場合について、図1に示した2モード、即ち、最低次モードである(a) $TE_{01}\delta$ モードと代表的な高次モードである(b) $HE_{11}\delta$ モードの電磁界分布を示した図である。図4は、最低次 $TE_{01}\delta$ モードの電磁界分布が分割なしの分布(図1(a))と変わらないのに対し、高次モードである $HE_{11}\delta$ モードでは分割なしの分布(図1(b))から大幅に変っていること

を示しており、これが分割に伴う高次モードの周波数シフトの原因である。

【0028】表1は、平板状分割と円環状分割に関し、分割なしの場合と4分割した場合の Q_c を比較して示した*

【0029】

【表1】

電磁界モード	分割なし Q_c	平板状4分割 Q_c	円環状4分割 Q_c
$TE_{01\delta}$	10400	10500	10500
$HE_{11\delta}$	11200	52800	14400
$EH_{11\delta}$	14800	17300	125000
$TM_{01\delta}$	11800	107000	74900

【0030】表1は、分割なしの場合と分割ありの場合の Q_c を比較し、電気力線が分割面に垂直なモード（平板状分割の $HE_{11\delta}$ 及び $TM_{01\delta}$ 、円環状分割の $EH_{11\delta}$ 及び $TM_{01\delta}$ ）で、分割により Q_c が大きく上昇することを示している。これは、例えば、図4(b)の $HE_{11\delta}$ モードの電界分布（図4(b)の下図）に示されているように、電界が殆ど無損失領域であるギャップに集中し、その結果、 Q_c が上昇したものである。この結果は又、本発明によれば、積極的に電界分布及び/又は磁界分布を乱す分割を行うことにより、得られる他の特性（本実施例では、高次モードの Q_c の上昇）を利用することもできることを示すものである。

【0031】なお、本実施例の誘電体共振器は、誘電体が所定の間隙を設けて分割された内部構造を有することを除けば、従来の誘電体共振器の構成と同様であり、従来の誘電体共振器と同様な部材を用い、同様な作製方法により製造することができる。以上、本発明の実施例を説明したが、請求の範囲で規定された本発明の精神と範囲から逸脱することなく、その形態や細部に種々の変更がなされても良いことは明らかである。

【0032】例えば、本実施例では、誘電体の外部構造が円柱状の誘電体共振器を例として説明したが、例えば、矩形、或いは楕円柱状などの形態で実施することも可能であり、本発明を何ら限定するものではない。また、本実施例では、平板状分割と円環状分割に関し、平板状分割は板の厚みと間隙を夫々同じにした等分割、円環状分割は円環の厚みと間隙を夫々同じにした分割につき説明したが、厚み及び/又は間隙を不均等化して実施することもできる。

【0033】更にまた、分割の数や分割部品の形状、隣※

10※接する分割部品間の間隔やその形状などは、目的とする誘電体共振器の特性に合わせ最適化すべきパラメータであり、適宜、選定して実施できることは言うまでもない。

【0034】

【発明の効果】本発明の誘電体共振器は、全体として所定の外部構造を概ね保持しつつ、所定の間隙を設けて分割された内部構造を設けた誘電体共振器であり、本発明は、内部構造を設けることにより、目的とする所定の特性を確保しつつ他の特性を改善することや、目的とする所定の特性を改善することが可能となるため、スプリアス特性の制御が可能であり、Q特性や温度特性の改善が期待できる新規な構造を有する誘電体共振器を提供することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

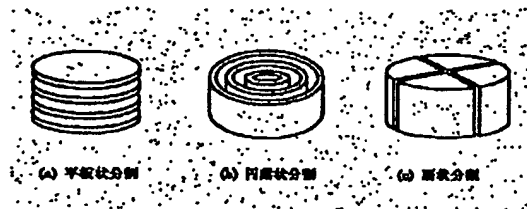
【図1】円柱状の誘電体を用いた誘電体共振器の一般的な電磁界分布を示す概念図であって、(a)は最低次モード($TE_{01\delta}$)の電磁界分布であり、(b)～(d)はそれに続く高次モードの電磁界分布である。

【図2】円柱状の誘電体に本発明の内部構造を形成するための、代表的な分割法を示す概念図であって、(a)は平板状分割、(b)は円環状分割、(c)は扇状分割である。

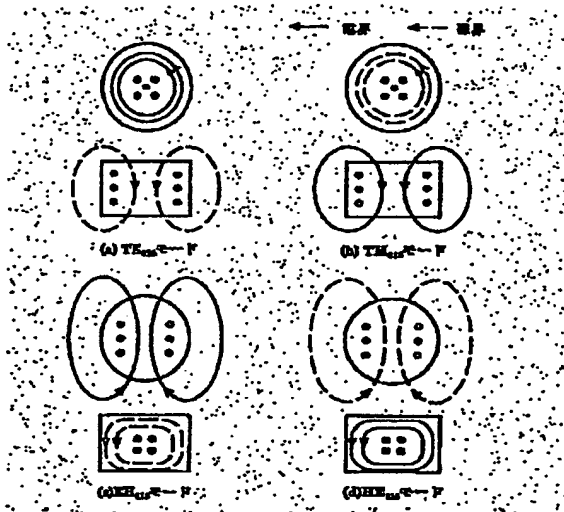
【図3】平板状分割と円環状分割に関し、高周波電磁界解析ソフトHFSSを用いて計算した結果であり、分割数と共振周波数との関係の一例を示した図である。

【図4】平板状2分割の場合について、高周波電磁界解析ソフトHFSSを用いて計算した結果であり、図1に示した2モード、即ち、最低次モードである(a) $TE_{01\delta}$ モードと代表的な高次モードである(b) $HE_{11\delta}$ モードの電磁界分布を示した図である。

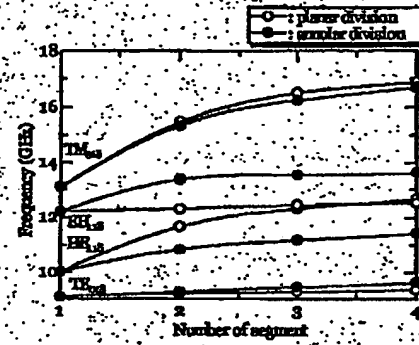
【図2】



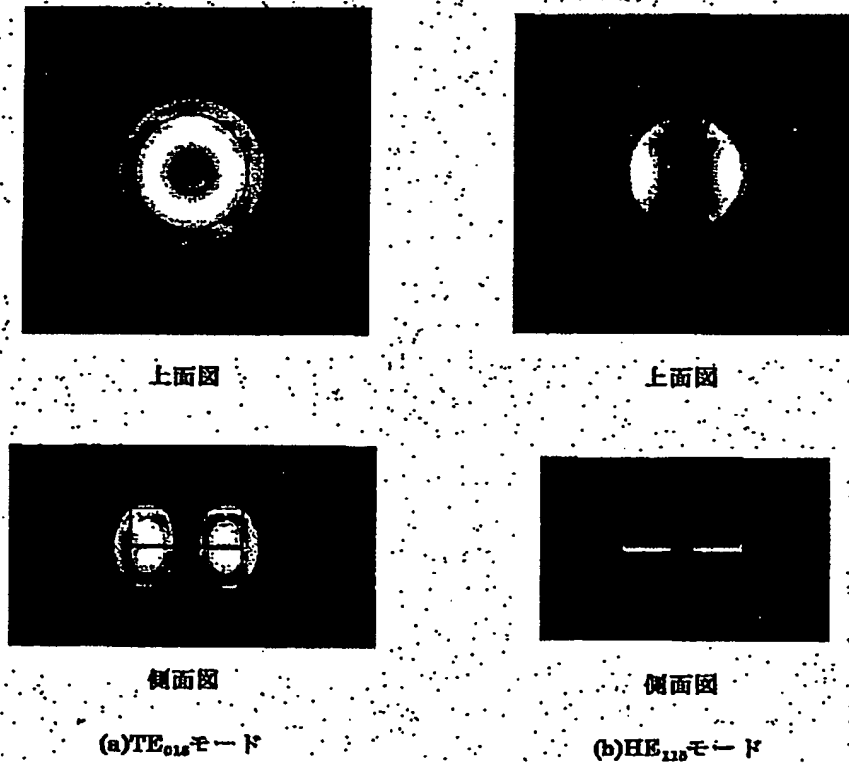
【図1】



【図3】



【図4】



* NOTICES *

JFO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the new dielectric resonator which has especially a internal structure with respect to the resonator currently widely used for the electrical and electric equipment and an electronic circuitry.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although the property that a resonator is widely used for the electrical and electric equipment and an electronic circuitry, and those circuits are the electrical and electric equipment and electronic parts which help to demonstrate a predetermined function, and generally are required of a resonator changes with applications, the low loss (high Q value) with high temperature stability which can excite alternatively the mode in which resonance mode does not crowd too much but wishes (spurious characteristics are good), and a nonlinear characteristic and a distorted property are cheapness and **** with small fitness, and a configuration and weight. In common, in order to attain a miniaturization depending on an application, high dielectric constant nature is required, and in order to treat large power, a low distorted property may be required. [especially the property for which the dielectric resonator which used the dielectric that in a RF circuit used as the medium is asked] [many] [spurious characteristics, temperature stability, and low loss] Although the dielectric resonator of the outstanding property which fills these demands has been developed variously, even if it takes which property, since the demand from a circuit engineer does not have the place at which it stops, it is in a condition far from saying that it is perfect as a matter of course.

[0003] In view of this situation, this invention person can perform the temperature characteristic, control of mode arrangement, etc. freely first, and it aims at offering the resonator which can expect the large improvement in a resonator property. The dielectric particle of 1/10 or less magnitude etc. was made in general into the unit particle, and the resonator using the artificial medium of the wavelength of the target electromagnetic wave which arranged this unit particle in heterogeneity homogeneously in other parent media was proposed (application for patent No. 178009 [2001 to]). This invention by making a unit particle sufficiently smaller than the wavelength of the target electromagnetic wave approach enough, and arranging it in large quantities Although it is the technique in which the resonator using the artificial medium which can apply macroscopic configuration relational expression can be offered, and the temperature characteristic, control of mode arrangement, etc. can be freely performed taking advantage of the description that various selections and combination are possible The resonator which has the internal structure which divided and constituted the medium which can apply macroscopic configuration relational expression is not offered.

[0004] As a conventional technique relevant to the resonator which has a internal structure, the current distribution on the strip conductor of a strip resonator becomes very large at the end. It is known that this current concentration will make conductor loss increase, and will reduce conductor Q (Qc). A strip conductor the proposal to divide should do (it Mansour(s) R. -- R. --) et al: Feasibility and commercial validity issues for high-power output multiplexers for space applications, IEEE Trans. Microwave Theory Tech., Vol.48, pp.1199-1208, and July 2000, It was expected by division of a strip conductor that the bias of current distribution is eased (R. E. Collin: Foundation for microwave engineering, Mc. Graw Hill, p.165, 1992).

[0005] Moreover, in the cavity resonator for electron-spin-resonance equipments which equipped JP,2001-330572,A with the spherical cavernous section ****(ed) in the non-magnetic-material block, and the microwave I/O hole from the cavernous section, the technique which divides and/or joins a non-magnetic-material block is indicated in respect of being parallel to the microwave current which flows the wall of the cavernous section. This conventional technique tends to offer the technique which can be manufactured easily, preventing the fall of Q value by attaining smoothness with the advanced wall front face of the cavernous section for the cavity resonator with which very large Q value is expected by theoretical count, and securing the smooth flow of the surface current of microwave. moreover, electromagnetic field [in / in JP,2001-251110,A / opening of an electrode] -- shutting up -- a sex -- raising -- and current concentration -- stopping -- a conductor -- in the resonator which prepared the electrode on the dielectric

substrate and prepared slot-like opening in the electrode, the resonator in which the pattern which divides some [at least] slot widths of slot-like opening into slot-like opening was formed is indicated for the purpose of reducing loss. electromagnetic field shutting up this conventional technique by making a slot width thin, it raising a sex, forming the structure which arranged in juxtaposition two or more slot resonators divided into the electrode pattern, and making the current of hard flow approach mutually -- the conductor in the electrode pattern section -- loss -- almost -- losing -- the conductor of the edge of both sides -- it is made only for loss to remain

[0006] No these conventional techniques offer the resonator which has the internal structure which prepared the predetermined gap, divided the medium which can apply macroscopic configuration relational expression, and constituted it.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention was made in view of the situation mentioned above, and control of spurious characteristics is possible and it aims at offering the dielectric resonator which has the new structure where an improvement of a Q factor and the temperature characteristic is expectable.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, invention of claim 1 is the dielectric resonator which used the dielectric as a medium, and this dielectric holds predetermined external structure in general as a whole, and it uses it as the dielectric resonator which has the internal structure which prepared the predetermined gap and was divided.

[0009] Invention of claim 2 is invention concerning a gestalt with desirable predetermined spacing which constitutes said internal structure, it is the dielectric resonator which made said predetermined gap the gap of extent which the components which constitute said internal structure and adjoin combine mutually strongly by EBANE cent electromagnetic field, and invention of claim 3 is the dielectric resonator of the appearance upper limit of said dielectric resonator made in general or less into 1/10 about said predetermined gap further.

[0010] Invention of claim 4 is invention concerning the gestalt of the division which constitutes said internal structure. It is the dielectric resonator which considered said division as division which does not disturb electric-field distribution and/or field distribution in the specific mode in general. Invention of claim 5 On the contrary, it is the dielectric resonator which considered said division as the division which disturbs electric-field distribution and/or field distribution in the specific mode, and invention of claim 6 is the dielectric resonator which made said division either tabular division, annular division or radial division.

[0011] Invention of claim 7 is invention concerning the gestalt of the member of the components which constitute said internal structure. It is the dielectric resonator made into the internal structure which has arranged two or more components with which specific inductive capacity differs said divided internal structure, without preparing or preparing a predetermined gap. Invention of claim 8 Furthermore, it is the dielectric resonator made into the internal structure which has arranged two kinds of components with which specific inductive capacity differs said divided internal structure by turns, without preparing or preparing a predetermined gap.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Generally, a property is decided by the ingredient (element) which uses a resonator, and its structure, and this is a fact not only common to a resonator but all circuit elements. The structures said here are an interaction between elements, and a concept which determines relation, and in a resonator, if the structure is decided, electromagnetism-boundary condition will become settled. For example, the resonance frequency which is the most important attribute of a resonator supports the specific resonance mode (electromagnetic-field distribution) decided by boundary condition. This structure is the so-called "appearance", and usually calls this external structure by this invention. That is, the external structure said by this invention means the overall appearance for acquiring the predetermined resonator property made into the purpose.

[0013] On the other hand, the greatest description of this invention is in the place which newly introduced the internal structure which prepared the predetermined gap and was divided in the dielectric resonator which used the dielectric as a medium, holding predetermined external structure in general as a whole. That is, the greatest descriptions of this invention are the many hierarchies of structure at the multiplicity of the structure of having the external structure of the "appearance" of a dielectric resonator, and the internal structure which divided it, and twist accuracy. In addition, a internal structure can also carry out this invention as a dielectric resonator which has the structure which many hierarchized this further and became many steps like a fractal.

[0014] By establishing a internal structure, it becomes possible to improve other properties, securing the predetermined property made into the purpose of a dielectric resonator, or to improve the predetermined property made into the purpose. For example, when the dielectric resonator which is resonating on the predetermined frequency is divided so that electromagnetic-field distribution (further electric-field distribution) in the mode may not be disturbed, the difference in the mode is a synonym mostly with the difference in electromagnetic-field distribution, and the division

means surely disturbing electromagnetic-field distribution in other modes. That is, the dielectric resonator which has ideally the extremely excellent spurious characteristics which resonate only in a certain specific mode by such division becomes producible. On the contrary, other properties acquired can also be used by performing division which disturbs electromagnetic-field distribution in the specific mode positively. In addition, the division which does not disturb the electromagnetic-field distribution as used in the field of this invention is division which performs them among the electromagnetic-field distribution decided by external structure where it does not have a internal structure as does not disturb electric-field distribution and/or field distribution in the specific mode as much as possible, for example, the division performed along a field in general parallel to the line of electric force in the specific mode is the example. Moreover, the division which disturbs the electromagnetic-field distribution as used in the field of this invention is division which performs them among the electromagnetic-field distribution decided by external structure where it does not have a internal structure as disturbs electric-field distribution and/or field distribution in the specific mode as much as possible, for example, the division performed along a field in general perpendicular to the line of electric force in the specific mode is the example.

[0015] moreover, it is shown also to the above-mentioned conventional technique by this division -- as -- a conductor -- it becomes possible to ease the concentration to the edge of the upper current distribution, and to reduce conductor loss, and a Q factor can be improved. Furthermore, various internal structures are possible and the improvement of the temperature characteristic etc. can also be expected again.

[0016] As for predetermined spacing which constitutes a internal structure, it is desirable that the components which constitute a internal structure and adjoin by the meaning of this invention of holding predetermined external structure in general as a whole, and constituting one dielectric resonator as a whole consider as the gap of extent mutually combined strongly by EBANE cent electromagnetic field, and it is still more desirable to consider [of the appearance upper limit of a dielectric resonator] as $1/10$ or less gap in general.

[0017] Especially as a gestalt of the division which constitutes the internal structure of this invention, although this invention is not limited, it is desirable to carry out to either tabular division, annular division or radial division.

Although the internal structure which considered as tabular and annular, or a radial, and carried out the laminating of this is possible, there is a difficulty that a manufacturing cost increases.

[0018] Next, the gestalt of the member of the components which constitute a internal structure is explained. The dielectric resonator of this invention can also carry out two or more components with which specific inductive capacity differs, for example as a internal structure arranged without preparing or preparing a predetermined gap, and can also carry them out as a internal structure arranged by turns, without preparing two kinds of components with which specific inductive capacity differs further although all the divided internal structures can also be constituted from components of the same member, or preparing a predetermined gap. While being able to aim at mechanical stability by considering as the internal structure which has arranged by turns two kinds of components with which these specific inductive capacity differs, without preparing or preparing a predetermined gap, in addition to low-loss-izing using the energy concentration to the small high member components of Q value, a dielectric constant can also realize improvement using the difference of the dielectric constant temperature characteristic in the overall temperature characteristic to coincidence.

[0019] In addition, about the production approach of the concrete member to be used or a concrete dielectric resonator, this invention cannot require any limitation or a limit, can apply the member of a well-known technique, or the production approach of a dielectric resonator, and can apply the production approach of the member still more newly developed or a dielectric resonator etc. so that clearly [the above-mentioned explanation].

[0020] It is made above. The dielectric resonator of this invention It is the dielectric resonator which established the internal structure which prepared the predetermined gap and was divided, holding predetermined external structure in general as a whole. This invention Since it becomes possible to improve other properties or to improve the predetermined property made into the purpose, securing the predetermined property made into the purpose by establishing a internal structure, Control of spurious characteristics is possible and the dielectric resonator which has the new structure where an improvement of a Q factor and the temperature characteristic is expectable can be offered. It presupposes that offer of the electrical and electric equipment and electronic parts which can respond to the social demand to the electric-wave service which is increasing rapidly in fields, such as satellite communication and mobile communications, effectively is possible for this dielectric resonator, and the social meaning is large.

[0021]

[Example] Drawing explains the example of this invention to a detail hereafter. In addition, although it is constituted including an input/output terminal, an electrode, etc. though a dielectric resonator is natural, in the following examples, it explains centering on the dielectric which has the internal structure which is the greatest description of this invention, and attached input/output terminal, electrode, etc. omit the illustration or explanation.

[0022] The dielectric resonator using the high dielectric constant ceramics is a general-purpose resonator which has played the role important as a component of the low loss small microwave BPF, and the external structure of a dielectric

explains a cylinder-like dielectric resonator as an example by this example. Drawing 1 is the conceptual diagram showing electromagnetic-field distribution of this dielectric resonator, (a) is electromagnetic-field distribution of lowest order mode (TE_{01δ}), and (b) - (d) is electromagnetic-field distribution of the higher mode following it.

[0023] Although the division approach for forming the internal structure of this invention in the dielectric of the cylindrical dielectric resonator which has electromagnetic-field distribution as shown in drawing 1 changes with the purposes, it explains division which does not disturb electric-field distribution and/or field distribution in the specific mode in general by this example. That is, for example, when this specific mode is made into the lowest order mode of drawing 1 (a), by performing division which keeps high a respectively equivalent dielectric constant or respectively equivalent permeability only to the sense of the line of electric force of lowest order mode, or line of magnetic force, only the TE_{01δ} mode can be made to be able to survive alternatively and other unnecessary modes can be oppressed. However, since magnetic effectiveness does not exist in a dielectric and control of permeability cannot be performed, specifically, division which considered control of an equivalent dielectric constant will be performed. In addition, it is similar to an overall capacity falling that an equivalence dielectric constant becomes low in the thickness direction in the structure which piled up the sheet of a dielectric, if series connection of the capacitor is carried out. Conversely, it corresponds to the parallel connection of a capacitor that a dielectric constant is kept high in the direction parallel to thickness.

[0024] As a desirable split plot experiment of dielectric division parallel to the line of electric force of this drawing 1 (a), there are (a) plate-like division and (b) division in a circle of drawing 2, for example. In addition, (c) flabellate form division (radial division) which is another typical split plot experiment is doubled and shown in drawing 2.

[0025] Next, the result calculated using the commercial RF electromagnetic-field analysis software HFSS (product made from ANSOFT) is explained about plate-like division and division in a circle. in addition, the dielectric assumed by count -- external structure -- the diameter of 6.0mm, and height of 1.8mm -- it is cylindrical and is the high dielectric constant ceramics of specific inductive capacity 38. Moreover, it is division that plate-like division made the thickness and the gap (0.4mm) of a plate the same about division, respectively etc., and division in a circle is the division which made the same the thickness and the gap (0.4mm) of a circular ring, respectively.

[0026] Drawing 3 is drawing having shown an example of the relation between the number of partitions and resonance frequency about division in a circle comparatively by plate-like, the frequency in the TE_{01δ} mode hardly changes, but other higher modes show signs that it shifts to a RF side with division. That is, becoming producible [drawing 3 / a dielectric resonator with the extremely excellent spurious characteristics which control the higher mode and resonate only to lowest order mode TE_{01δ}] according to this example is shown.

[0027] Drawing 4 is (a) which is the 2 modes shown in drawing 1 R> 1 about the case of plate-like 2 division, i.e., lowest order mode. It is drawing having shown electromagnetic-field distribution in the TE_{01δ} mode and the (b) HE_{11δ} mode which is the typical higher mode. It is shown that drawing 4 has changed from the distribution (drawing 1 (b)) without division sharply in the HE_{11δ} mode which is the higher mode to electromagnetic-field distribution in the minimum following TE_{01δ} mode not being different from the distribution (drawing 1 (a)) without division, and this is the cause of a frequency shift of the higher mode accompanying division.

[0028] Table 1 compares and shows Qc at the time of quadrisecting with the case where he has no division about plate-like division and division in a circle.

[0029]

[Table 1]

電磁界モード	分割なし Qc	平板状4分割 Qc	円環状4分割 Qc
TE _{01δ}	10400	10500	10500
HE _{11δ}	11200	52800	14400
EH _{11δ}	14800	17300	125000
TM _{01δ}	11800	107000	74900

[0030] Qc the case where he has no division, and in with division is compared, line of electric force is the mode (HE_{11δ} of plate-like division and TM_{01δ}, EH_{11δ} of division in a circle, and TM_{01δ}) perpendicular to a parting plane, and Table 1 shows that Qc goes up greatly by division. It concentrates on the gap whose electric field are almost non-lost fields, consequently Qc goes up as this is shown in electric-field distribution (the following figure of drawing 4 (b)) in the HE_{11δ} mode of drawing 4 (b). According to this invention, this result also shows again that other properties (this example rise of Qc of the higher mode) acquired can be used by performing division which disturbs electric-field distribution and/or field distribution positively.

[0031] In addition, if it removes having the internal structure into which the dielectric established the predetermined gap and was divided, the dielectric resonator of this example is the same as that of the configuration of the conventional dielectric resonator, and can be manufactured by the same production approach using the same member as the conventional dielectric resonator. As mentioned above, although the example of this invention was explained, it is clear

that various modification may be made by the gestalt and details, without deviating from the pneuma and the range of this invention specified by the claim.

[0032] For example, in this example, although the external structure of a dielectric explained the cylinder-like dielectric resonator as an example, it is also possible to carry out with gestalten, such as the shape of a rectangle or an elliptic cylinder, and this invention is not limited at all, for example. Moreover, in this example, although division -- plate-like division made the thickness and the gap of a plate the same about plate-like division and division in a circle, respectively -- and division in a circle were explained per [which made the thickness and the gap of a circular ring the same, respectively] division, they can also dismute and carry out thickness and/or a gap.

[0033] Furthermore, it is the parameter which the number of division, the configuration of division components, spacing between adjoining division components, its configuration, etc. should double with the property of the dielectric resonator made into the purpose, and should be optimized, and it cannot be overemphasized again that it selects suitably and can carry out.

[0034]

[Effect of the Invention] The dielectric resonator of this invention is a dielectric resonator which established the internal structure which prepared the predetermined gap and was divided, holding predetermined external structure in general as a whole. This invention Since it becomes possible to improve other properties or to improve the predetermined property made into the purpose, securing the predetermined property made into the purpose by establishing a internal structure, Control of spurious characteristics is possible and it is effective in the ability to offer the dielectric resonator which has the new structure where an improvement of a Q factor and the temperature characteristic is expectable.

[Translation done.]